

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000125294 A**(43) Date of publication of application: **28.04.00**

(51) Int. Cl.

H04N 7/24
H03M 7/30
H04N 1/41

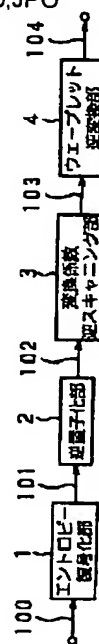
(21) Application number: **10294031**(22) Date of filing: **15.10.98**(71) Applicant: **SONY CORP UNIV TOKYO
METROPOLITAN TAKAYA
HITOSHI.**(72) Inventor: **FUKUHARA TAKAHIRO
KIMURA SEIJI
TAKAYA HITOSHI**(54) **WAVELET DECODER AND ITS METHOD**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decode an image signal that is compression-coded by adopting wavelet transform for the transform system with resolution of an optional rational number.

SOLUTION: The decoder is provided with an entropy decoding section 1 that applies entropy decoding to a coded bit stream 100, an inverse quantization section 2 that applies inverse quantization to a quantization coefficient 101 to output a transform coefficient 102, a transform coefficient inverse scanning section 3 that scans the transform coefficient 102 by a prescribed method to rearrange the transform coefficients, and a wavelet inverse transform section 4 that applies inverse transform to the transform coefficient 108 to provide a decoded image 104. The wavelet inverse transform section 4 has a band limit means of the transform coefficient in response to a resolution transform magnification and configures an up-sampler, a down-sampler, and a composite filter adaptively according to the prescribed resolution transform magnification.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-125294

(P2000-125294A)

(43)公開日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テグート(参考)
H 0 4 N 7/24		H 0 4 N 7/13	Z 5 C 0 5 9
H 0 3 M 7/30		H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 7 8
H 0 4 N 1/41		H 0 4 N 1/41	B 5 J 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願平10-294031

(22)出願日 平成10年10月15日(1998. 10. 15)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(71)出願人 598142298

東京都立大学

東京都八王子市南大沢1-1

(74)上記2名の代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

(71)出願人 598000806

貴家 仁志

東京都八王子市南大沢5-9-3-307

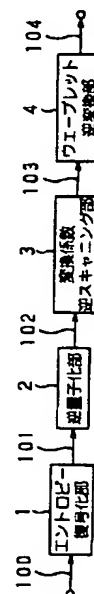
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウェーブレット復号化装置及び方法

(57)【要約】

【課題】 変換方式にウェーブレット変換を用いて圧縮符号化がなされた画像信号を、任意有理数の解像度でデコード(復号化)可能とする。

【解決手段】 符号化ビットストリーム100をエントロピー復号化するエントロピー復号化部1と、量子化係数101を逆量子化して変換係数102を送出する逆量子化部2と、変換係数102を所定の方法でスキャンングして変換係数を並び換える変換係数逆スキャンング部3と、並び換えられた変換係数103を逆変換して復号画像104を供するウェーブレット逆変換部4とを備え、ウェーブレット逆変換部4では、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプラ、ダウンサンプラ、合成フィルタを適応的に配置する構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出するエントロピー復号化手段と、

上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出する逆量子化手段と、

上記変換係数を所定の方法でスキャンして変換係数を並び換える変換係数逆スキャン手段と、

上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を供するウェーブレット逆変換手段とを備え、

上記ウェーブレット逆変換手段は、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプラ、ダウンサンプラ、合成フィルタを適応的に構成することを特徴とするウェーブレット復号化装置。

【請求項2】 上記ウェーブレット逆変換手段は、解像度を縮小して逆変換する際、縮小率に併せて所定のレベルでの高域成分の復号化を省くことを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項3】 上記省く高域成分の解像度は、上記縮小率で与えられる解像度よりも小さいかまたは同値であることを特徴とする請求項2記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項4】 最終段にダウンサンプラを配置して上記復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項5】 後段にアップサンプラ及び合成フィルタを配置して解像度変換画像を生成し、その後の最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項6】 上記アップサンプラは縦方向または横方向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請求項5記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項7】 上記アップサンプラ及び合成フィルタは、1組みであることを特徴とする請求項5記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項8】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出するエントロピー復号化手段と、

上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出する逆量子化手段と、

上記変換係数を所定の方法でスキャンして変換係数を並び換える変換係数逆スキャン手段と、

上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を供するウェーブレット逆変換手段とを備え、

上記ウェーブレット逆変換手段の後段に所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプラ及び合成フィルタを配置してなることを特徴とするウェーブレット復号化装置。

【請求項9】 上記アップサンプラは縦方向または横方

向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項10】 上記アップサンプラ及び合成フィルタは、画像の低域成分にのみ配置することを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項11】 上記合成フィルタは前段で用いているものと同じ合成フィルタであることを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項12】 上記合成フィルタは前段で用いているものと異なる合成フィルタであることを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項13】 後段にアップサンプラ及び合成フィルタを多段に構成することを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項14】 上記アップサンプラ及び合成フィルタは、画像の低域成分側にのみ配置することを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項15】 上記アップサンプラは縦方向または横方向の解像度を2倍に解像度を上げることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項16】 上記合成フィルタは前段で用いているものと同じ合成フィルタであることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項17】 上記合成フィルタは前段で用いているものと異なる合成フィルタであることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項18】 最終段にダウンサンプラを備えていることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項19】 上記アップサンプラ、ダウンサンプラはデジタルフィルタからなることを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項20】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出するエントロピー復号化手段と、

上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出する逆量子化手段と、

上記変換係数を所定の方法でスキャンして変換係数を並び換える変換係数逆スキャン手段と、

上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を供するウェーブレット逆変換手段とを備え、

上記ウェーブレット逆変換手段は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラのいずれかまたは複数の組み合わせによって解像度変換することを特徴とするウェーブレット復号化装置。

【請求項21】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きく且つ最も解像度変換倍率が近い倍率で、逆変換さ

れたものであることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項22】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、アップサンブラ、デジタルフィルタ、ダウンサンブラの順番で解像度変換されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項23】 上記デジタルフィルタは、拡大処理のための伝達関数と、縮小のための伝達関数に分離でき、かつ両者の積の形で表されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項24】 アップサンプル値がダウンサンプル値よりも大きいときには、上記デジタルフィルタの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項25】 アップサンプル値がダウンサンプル値よりも小さいときには、上記デジタルフィルタの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数と画素平均の伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項26】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、上記変換係数を所定の方法でスキャニングして変換係数を並び換え、上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、

上記ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプリング、ダウンサンプリング、合成フィルタリングを適応的にを行うことを特徴とするウェーブレット復号化方法。

【請求項27】 上記ウェーブレット逆変換では、解像度を縮小して逆変換する際、縮小率に併せて所定のレベルでの高域成分の復号化を省くことを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項28】 上記省く高域成分の解像度は、上記縮小率で与えられる解像度よりも小さいかまたは同値であることを特徴とする請求項27記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項29】 最終段でダウンサンプリングを行い上記復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項30】 後段でアップサンプリング及び合成フィルタリングを行って解像度変換画像を生成し、その後の最終段でダウンサンプリングを行い、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項31】 上記アップサンプリングでは縦方向または横方向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請

求項30記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項32】 上記アップサンプリング及び合成フィルタリングは、1組みであることを特徴とする請求項30記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項33】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、上記変換係数を所定の方法でスキャニングして変換係数を並び換え、

10 上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、

上記ウェーブレット逆変換の後段で所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプリング及び合成フィルタリングを行うことを特徴とするウェーブレット復号化方法。

【請求項34】 上記アップサンプリングでは縦方向または横方向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項35】 上記アップサンプリング及び合成フィルタリングは、画像の低域成分にのみ行うことを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項36】 上記合成フィルタリングは前段で行うものと同じ合成フィルタリングであることを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項37】 上記合成フィルタリングは前段で行うものとは異なる合成フィルタリングであることを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項38】 後段でアップサンプリング及び合成フィルタリングを多段に行うことを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項39】 上記アップサンプリング及び合成フィルタリングは、画像の低域成分側にのみ行うことを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項40】 上記アップサンプリングでは縦方向または横方向の解像度を2倍に解像度を上げることを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項41】 上記合成フィルタリングは前段で行うものと同じ合成フィルタリングであることを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項42】 上記合成フィルタリングは前段で行うものとは異なる合成フィルタリングであることを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項43】 最終段でダウンサンプリングを行うことを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項44】 上記アップサンプリング、ダウンサンプリングはデジタルフィルタリング処理であることを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

50 【請求項45】 符号化ビットストリームをエントロピ

一復号化して量子化係数を送出し、
上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、
上記変換係数を所定の方法でスキミングして変換係数を並び換え、
上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、
上記ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタリング、ダウンサンプリング、アップサンプリングのいずれかまたは複数の組み合わせによって解像度変換することとを特徴とするウェーブレット復号化方法。

【請求項46】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きく且つ最も解像度変換倍率が近い倍率で、逆変換されたものであることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項47】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、アップサンブラ、デジタルフィルタ、ダウンサンブラの順番で解像度変換されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項48】 上記デジタルフィルタリングは、拡大処理のための伝達関数と、縮小のための伝達関数に分離でき、かつ両者の積の形で表されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項49】 上記アップサンプル値がダウンサンプル値よりも大きいときには、当該デジタルフィルタリングの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項50】 上記アップサンプル値がダウンサンプル値よりも小さいときには、当該デジタルフィルタリングの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数と画素平均の伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像の効率的伝送もしくは蓄積を行うシステムに供することのできるものであり、特に、ウェーブレット変換符号化を用いて符号化されたビットストリームを入力して、任意の有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現するウェーブレット復号化装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の代表的な画像圧縮方式としては、ISO (International Organization for Standardization) によって標準化されたJPEG (Joint Photographic Coding Experts Group) 方式がある。これはDCT (discrete cosine transform) を用いて主に静止画像信号を圧縮符号化する方式であり、比較的高いビットが

割り当てられる場合には良好な符号化・復号画像を供することが知られている。しかし、当該DCTの場合、ある程度符号化ビット数を少なくすると、DCT特有のブロック歪みが顕著になり、主観的に劣化が目立つようになる。

【0003】 これとは別に、最近、フィルタバンクと呼ばれるハイパスフィルタとローパスフィルタを組み合わせたフィルタを用いて画像信号を複数の帯域に分割し、それらの各帯域毎に符号化を行う方式の研究が盛んになっている。その中でも、ウェーブレット符号化は、DCTにて問題になる高圧縮でブロック歪みが顕著になる、という欠点が無いことから、DCTに代わる新たな技術として有力視されている。

【0004】 現在の電子スチルカメラやビデオムービー等の製品では、画像圧縮方式にJPEGやMPEG (Moving Picture image coding Experts Group) を使用し、変換方式にDCTを用いているが、今後は、上記ウェーブレット変換をベースにした変換方式を採用した製品が市場に出現するものと推測される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、符号化方式の効率向上のための検討は各研究機関で盛んに行われているが、ウェーブレット変換の特徴を生かした具体的な製品化を目指した発明は未だ少ない。

【0006】 また、従来のウェーブレット変換・逆変換は、その性質上、2のべき乗でしか解像度を縮小又は拡大 (スケーリング) することができないとされているが、例えば原画像の解像度が大きくなると上記2のべき乗以外の解像度でデコードする要求も増えて来ると考えられる。すなわち、2のべき乗だけでなくそれ以外も含む任意有理数の解像度でデコード (復号化) することができるようになれば、端末側の制約条件に左右されることが無くなるため、非常に用途が広まると考えられる。

【0007】 そこで、本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、変換方式にウェーブレット変換を用いて圧縮符号化がなされた画像信号を、端末側の制約条件に左右されることが無く、任意有理数の解像度でデコード (復号化) 可能とし、その結果として、例えば電子スチルカメラやプリンタ等で多用されるいわゆるサムネイル画像や原画像を解像度変換した画像 (縮小又は拡大した画像) の記憶・表示を効率的に行えるようにし、各種の製品への使用用途を大幅に広げることが可能とする、ウェーブレット復号化装置及び方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のウェーブレット復号化装置及び方法は、符号化ビットストリームをエン트로ピー復号化して量子化係数を送出し、量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、変換係数を所定の方法でスキミングして変換係数を並び換え、並び換えられ

た変換係数を逆変換して復号画像を生成し、ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプリング、ダウンサンプリング、合成フィルタリングを適応的に行うことにより、任意有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現し、上述した課題を解決する。

【0009】また、本発明のウェーブレット復号化装置及び方法は、符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、変換係数を所定の方法でスキャニングして変換係数を並び換え、並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、ウェーブレット逆変換の後段で所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプリング及び合成フィルタリングを行うことにより、任意有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現し、上述した課題を解決する。

【0010】また、本発明のウェーブレット復号化装置及び方法は、符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、変換係数を所定の方法でスキャニングして変換係数を並び換え、並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタリング、ダウンサンプリング、アップサンプリングのいずれかまたは複数の組み合わせによって解像度変換することにより、任意有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現し、上述した課題を解決する。

【0011】なお、アップサンプリングは解像度を上げる作用を行う。具体的には零値の画素補填を行う。他方、ダウンサンプリングは、解像度を落とす作用を行う。具体的には数画素毎にサンプリングを行う。デジタルフィルタリングは、適当な伝達関数によって表現され、数画素毎に処理を行い、画素毎にフィルタ係数（インパルス応答）を乗算し、これを畳み込み演算する作用がある。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0013】本発明実施の形態は、画像の効率的伝送もしくは蓄積を行うシステムに好適なものであり、特にウェーブレット変換符号化を用いて符号化されたビットストリームを入力して、任意の有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現するウェーブレット復号化装置及び方法を実現するものである。具体的な応用例としては、電子カメラ、携帯・移動体画像送受信端末（PDA）、プリンタ、衛星画像、医用画像等の圧縮・伸張器またはそのソフトウェアモジュール、ゲーム、3次元CGで用いるテクスチャの伸張器またはそのソフトウェアモジュール等がある。

【0014】図1には、本発明のウェーブレット復号化装置及び方法が適用される一実施の形態のウェーブレット復号化装置の全体構成を示す。

【0015】この図1に示す本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置は、符号化ビットストリーム100をエントロピー復号化するエントロピー復号化部1と、量子化係数101を逆量子化して変換係数102を送出する逆量子化部2と、変換係数102を所定の方法でスキャニングして並び換えた変換係数103を送出する変換係数逆スキャニング部3と、並び換えられた変換係数103を逆変換して復号画像104を供するウェーブレット逆変換部4とを備えてなるものである。

【0016】より具体的に説明すると、エントロピー復号化部1は、ウェーブレット符号化装置または符号化モジュールより送出された符号化ビットストリーム100に対して所定のエントロピー復号化を行う。ここで、エントロピー復号化としては、一般的に用いられているハフマン復号化や算術復号化を用いれば良い。但し当然であるが、ウェーブレット符号化装置で行われたエントロピー符号化処理と対応する手法を行う必要がある。

【0017】逆量子化部2は、エントロピー復号化部1により復号化されて出力された量子化係数101を逆量子化して変換係数102を出力する。この逆量子化部2も、ウェーブレット符号化装置で行われた量子化処理と表裏一体の動作を行う必要がある。

【0018】変換係数逆スキャニング部3は、逆量子化部2で得られた変換係数102を並び換えて、新たな変換係数103を出力する。ここでの逆スキャニング方法は、ウェーブレット符号化装置で行われたスキャニング処理の逆処理を行うことになる。

【0019】ウェーブレット逆変換部4は、変換係数103を逆変換して最終的な復号画像信号104を供する。

【0020】ここで、本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置では、上記ウェーブレット逆変換部4に、アップサンブラ、ダウンサンブラ及び合成フィルタを、所定の解像度変換の倍率に応じて適応的に配置することにより、任意有理数倍率の解像度変換機能を実現している。

【0021】本実施の形態のウェーブレット復号化装置における上記任意有理数倍率の解像度変換処理のための構成及び動作の詳細な説明を行う前に、図2から図6を用いて通常のウェーブレット変換処理及びウェーブレット逆変換処理のための構成及び動作について以下に説明する。

【0022】図2には、通常のウェーブレット符号化装置の基本的構成を示す。

【0023】図2に示すウェーブレット符号化装置は、ウェーブレット変換部5と、変換係数スキャニング部6と、量子化部7と、エントロピー符号化部8を、その基

本構成要素として有する。

【0024】ウェーブレット変換部5は、入力された画像信号105をウェーブレット変換してその変換係数106を出力する。変換係数スキャン部6は、ウェーブレット変換部5からの変換係数106を並び換えて、新たな変換係数107を出力する。なお、前記図1の変換係数逆スキャン部3でのスキャンは、当該変換係数スキャン部6でのスキャンの反対の並び換え処理である。

【0025】量子化部7は、変換係数スキャン部6から供給された変換係数107を量子化し、その量子化係数108を出力する。なお、前記図1の逆量子化部2での処理は、当該量子化部7での処理と対を成すものである。

【0026】エントロピー符号化部8は、量子化部7から供給された量子化係数108に所定のエントロピー符号化を施し、その符号化ビットストリーム100を出力する。なおここでのエントロピー符号化としては、一般的に用いられているハフマン符号化や算術符号化を用いれば良く、前記図1のエントロピー復号化部1での処理は、当該エントロピー符号化部8での処理と対応している。

【0027】図3には、通常のウェーブレット変換処理を行う構成を示す。この図3の構成は、幾つかある手法の中で最もポピュラーなウェーブレット変換処理であるオクターブ分割を複数レベルに渡って行う場合の構成例である。なお、図3の場合はレベル数が3（レベル1～レベル3）であり、画像信号を低域と高域に分割し、且つ低域側の信号のみを階層的に分割する構成を取っている。また、図3では、便宜上、1次元の信号（例えば画像の水平成分）についてのウェーブレット変換処理を例に挙げているが、これを2次元に拡張することで2次元画像信号に対応することができる。

【0028】図3において、入力画像信号105は、先ず分析用ローパスフィルタ81と分析用ハイパスフィルタ82とによって帯域分割され、得られた低域側の信号と高域側の信号は、それぞれ対応するダウンサンプラ83、84によって解像度がそれぞれ2分の1倍に間引かれる（レベル1）。

【0029】上記ダウンサンプラ83、84からの信号のうち、低域側の信号は分析用ローパスフィルタ85と分析用ハイパスフィルタ86とによってさらに帯域分割される。これら帯域分割により得られた信号は、さらにダウンサンプラ87、88によって解像度がそれぞれ2分の1倍に間引かれる（レベル2）。

【0030】上記ダウンサンプラ87、88からの出力信号のうち、低域側の信号は分析用ローパスフィルタ89と分析用ハイパスフィルタ90によってさらに帯域分割される。これら帯域分割された信号は、さらにダウンサンプラ91、92によって解像度がそれぞれ2分の1

倍に間引かれる（レベル3）。

【0031】このような処理を所定のレベルまで行うことで、低域側の信号を階層的に帯域分割した各帯域の信号が順次生成されていくことになる。図3の例では、レベル3まで帯域分割した結果、LLL信号109、LLH信号110、LH信号111、H信号112が生成されていることを示している。なお、上記LLL信号109やLLH信号110のLは低域成分であることを表し、Hは高域成分であることを表している。

【0032】図4には、レベル2まで2次元画像を帯域分割した結果得られる帯域成分を図示する。ただし、この図4でのL及びHの表記法は1次元信号を扱った図3とは異なる。なお、図4中のLLは水平・垂直成分が共にL（低域）であること、LHは水平成分がH（高域）で垂直成分がL（低域）であることを意味している。また、図中のX_SIZEは垂直方向（X方向）の解像度を、Y_SIZEは水平方向（Y方向）の解像度を意味している。

【0033】すなわちこの図4において、2次元の原画像は、先ずレベル1の帯域分割（水平・垂直方向）により4つの成分LL、LH、HL、HHに分けられ、次いで、LL成分は、レベル2の帯域分割（水平・垂直方向）により更に4つの成分LLLL、LLHL、LLHL、LLHHに分けられる。

【0034】図5には、図4の帯域分割を実際の画像に応用した場合の画像例を示しており、この図5から、画像は低域の成分にその大部分の情報が含まれていることがわかる。

【0035】次に、図6には、解像度変換の動作を行わない通常のウェーブレット逆変換処理を行う構成を示す。また、以下の説明では、この図6の各構成部位全体を総称してウェーブレット逆変換基本構成部35と呼ぶことにする。

【0036】図3で説明したウェーブレット変換部の出力である各帯域成分（LLL信号109、LLH信号110、LH信号111、H信号112）は、当該ウェーブレット逆変換基本構成部35に入力すると、先ずLLL信号109及びLLH信号110が、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされる。

【0037】上記アップサンプラ9にてLLL信号109をアップサンプルして生成された信号は合成用ローパスフィルタ10により、また、アップサンプラ11にてLLH信号110をアップサンプルして生成された信号は合成用ハイパスフィルタ12によって、それぞれフィルタリングされて加算器13に送られる。

【0038】加算器13では、両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル3の逆変換が完了する。

【0039】以下同様に、上述の処理をレベル1まで繰

り返すことで、最終的な逆変換後の復号画像104が出力されることになる。

【0040】すなわち、加算器13の出力信号は、更にアップサンプラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0041】また、LH信号111は、アップサンプラ16によって2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ハイパスフィルタ17にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0042】加算器18では、合成用ローパスフィルタ15と合成用ハイパスフィルタ17からの両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル2の逆変換が完了する。

【0043】この加算器18の出力信号は、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされて加算器23に送られる。

【0044】また、H信号112は、アップサンプラ21によって2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ハイパスフィルタ22にてフィルタリングされて加算器23に送られる。

【0045】加算器23では、合成用ローパスフィルタ20と合成用ハイパスフィルタ22からの両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル1の逆変換が完了する。

【0046】以上が、通常のウェーブレット変換処理及びウェーブレット逆変換処理の基本構成及び基本動作である。

【0047】以下、上述したウェーブレット符号化及び復号化の基本構成及び動作をふまえて、本発明実施の形態の任意有理数倍の解像度変換機能を備えたウェーブレット復号化装置について説明する。

【0048】本発明実施の形態の第1の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0049】当該第1の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、解像度を縮小する際の当該縮小率に併せて、所定のレベルでの低域側の信号のみを復号化する構成を有してなる。言い換えれば、第1の具体例のウェーブレット逆変換部4は、縮小率に併せて、所定のレベルでの高域側の信号を復号化する構成を図6の構成から省略（削除）したものである。

【0050】図7には、当該第1の具体例として、原画像の2のべき乗分の1の縮小画像を復号化するウェーブレット復号化装置の概略構成を示す。図7に例では、上記原画像の2のべき乗分の1の縮小画像の一例として、原画像の2分の1の縮小画像を復号化するウェーブレット変換装置の概略構成を示している。なお、この図7の構成において、前記図6と同じ構成要素には図6と同一

の指示符号を付している。また、図7中の点線にて示す高域側の経路は、図6に示した通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0051】ここで、アップサンプラ9で2倍にアップサンプルされた後のレベル3の合成用ローパスフィルタ（合成フィルタ）10から出力される信号113は、既に述べた説明から原画像の4分の1の縮小画像に相当することが容易にわかる。同様に、レベル2の合成用ローパスフィルタ15から出力される信号114は、原画像の2分の1の縮小画像に相当することがわかる。したがって、当該第1の実施の形態のウェーブレット復号化装置において、原画像の例えば4分の1の縮小画像を得るためには、合成用ローパスフィルタ10の出力信号を取り出せばよく、また、原画像の例えば2分の1の縮小画像を得るためには合成用ローパスフィルタ15の出力信号を取り出せばよいことがわかる。またこの場合、H信号112は、4分の1、2分の1の縮小画像の何れの復号化においても不要となる。このようなことから、当該第1の具体例では、原画像の2のべき乗分の1の縮小画像の復号画像信号115を生成する場合に、図6のようにレベル1での高域側の信号を復号化するための構成を省略している。

【0052】すなわち図7に示す第1の具体例のウェーブレット逆変換部4において、LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の信号が帯域合成される。ここまでの処理により、レベル3の逆変換が完了する。

【0053】当該加算器13の出力信号は、更にアップサンプラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0054】また、LH信号111は、アップサンプラ16によって2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ハイパスフィルタ17にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0055】加算器18では、合成用ローパスフィルタ15と合成用ハイパスフィルタ17からの両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル2の逆変換が完了する。

【0056】この加算器18の出力信号は、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされる。

【0057】図7の構成では、当該合成用ローパスフィルタ20からの出力画像信号115が、当該第1の具体

例のウェーブレット復号化装置による2分の1の縮小画像の復号画像信号として出力されることになる。

【0058】次に、本発明実施の形態の第2の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0059】当該第2の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、解像度を縮小する際の当該縮小率に併せて、所定のレベルでの高域側の信号を復号化するための構成を図6の構成から省略（削除）すると共に、当該省略された側の高域成分の解像度を上記縮小率で与えられる解像度より小さいか又は同値とし、また、最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにしている。

【0060】図8には、当該第2の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において原画像の3分の1の縮小画像を復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図8の構成において、前記図7と同じ構成要素には図7と同一の指示符号を付している。また、図8中の点線にて示す各高域側の経路は、図6に示した通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0061】ここで、前記第1の具体例で述べた様に、レベル3の合成用ローパスフィルタ10から出力される信号113は原画像の4分の1の縮小画像に相当し、また、レベル2の合成用ローパスフィルタ15から出力される信号114は原画像の2分の1の縮小画像に相当する。したがって、2分の1の縮小率 $>$ 3分の1の縮小率 $>$ 4分の1の縮小率であることを利用すれば、3分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度の画像を生成するためのH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度の画像を生成するためのLH信号111の帯域成分は不要となることが容易にわかる。

【0062】このようなことから、当該第2の具体例では、原画像の3分の1の縮小画像の復号画像信号118を生成するために、図6のようにレベル1での高域側の信号を復号化するための構成と、レベル2での高域側の信号を復号化するための構成とを省略するとともに、最終段に3分の1のダウンサンプラ24を設けるようにしている。

【0063】すなわち図8に示す第2の具体例のウェーブレット逆変換部4において、LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の帯域合成がなされる。ここまでの処理により、レベル3の逆変換が完了する。

【0064】当該加算器13の出力信号は、アップサン

プラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされ、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされる。

【0065】この合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされた信号117は、ダウンサンプラ24にて3分の1にダウンサンプル（間引き）される。

【0066】当該第2の具体例では、上記ダウンサンプラ24からの出力信号118が、当該3分の1の縮小画像の復号画像信号として出力されることになる。

【0067】この第2の具体例によれば、3分の1の縮小画像の復号画像を生成できるだけでなく、H信号112用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタ、LH信号111用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタが不要になるので、計算量の削減が可能になると共に、回路構成の小型化が可能となる。

【0068】また、当該第2の具体例のウェーブレット復号化装置により得られる復号画像信号118は、前段の処理によって2分の1の解像度の高域成分と原画像と同じ解像度を持つ高域成分とが合成されていないので、エリアシングといったノイズが発生することが無い。

【0069】次に、本発明実施の形態の第3の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0070】当該第3の具体例においても、第2の具体例と同様に、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、解像度を縮小する際の当該縮小率に併せて、所定のレベルでの高域側の信号を復号化する構成を図6の構成から省略すると共に、当該省略された側の高域成分の解像度を上記縮小率で与えられる解像度より小さいか又は同値とし、また、最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにしている。

【0071】図9には、当該第3の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において原画像の5分の1の縮小画像を復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図9の構成において、前記図7及び図8と同じ構成要素には図7及び図8と同一の指示符号を付している。また、図9中の点線にて示す各高域側の経路は、図6に示した通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0072】ここで、前記第1の具体例で述べた様に、レベル3の合成用ローパスフィルタ10から出力される信号113は原画像の4分の1の縮小画像に相当し、レベル2の合成用ローパスフィルタ15から出力される信号120は原画像の2分の1の縮小画像に相当する。また、前記第2の具体例で述べたことから、4分の1の縮小率 $>$ 5分の1の縮小率 $>$ 8分の1の縮小率である

ことを利用すれば、5分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度の画像を生成するためのH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度の画像を生成するためのLH信号111の帯域成分と、4分の1の解像度の画像を生成するためのLLH信号110の帯域成分は不要となることが容易にわかる。

【0073】このようなことから、当該第3の具体例では、原画像の5分の1の縮小画像の復号画像信号122を生成するために、図6のようにレベル1での高域側の信号を復号化するための構成と、レベル2での高域側の信号を復号化するための構成と、レベル3での高域側の信号を復号化するための構成を省略するとともに、最終段に5分の1のダウンサンプラ25を設けるようにしている。

【0074】すなわち図9に示す第3の具体例のウェーブレット逆変換部4において、LLL信号109は、アップサンプラ9によって2倍の解像度にアップサンプルされ、合成用ローパスフィルタ10によりフィルタリングされ、更にアップサンプラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされる。

【0075】続いて、この合成用ローパスフィルタ15でのフィルタリング後の信号120は、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされる。

【0076】この合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされた信号121は、ダウンサンプラ25にて5分の1にダウンサンプル（間引き）される。

【0077】当該第3の具体例では、上記ダウンサンプラ25からの出力信号122が、当該5分の1の縮小画像の復号画像信号として出力されることになる。この第3の具体例によれば、5分の1の縮小画像の復号画像を生成できるだけでなく、H信号112用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタ、LH信号111用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタ、LLH信号110用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタが不要になるので、計算量の削減が可能になると共に、回路構成の小型化が可能となる。

【0078】また、当該第3の具体例のウェーブレット復号化装置により得られる復号画像信号122は、前段の処理によって5分の1の解像度以上の解像度を持つ高域成分が合成されていないので、エリアシングといったノイズが発生することが無い。

【0079】次に、本発明実施の形態の第4の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0080】当該第4の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部35の後段にアップサンプラ及び合成フィルタを配置して解像度変換

画像を生成し、その後の最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにし、また、アップサンプラは解像度を縦方向または横方向を2倍に解像度を上げ、アップサンプラ及び合成フィルタは1組みとなされている。

【0081】図10には、当該第4の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において原画像の3分の2の縮小画像を復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図10の構成において、前記図6と同じ構成要素には図6と同一の指示符号を付している。また、図10中の点線にて示す高域側の経路は、通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0082】この図10に示す第4の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、2倍のアップサンプラ26によって2倍の解像度にアップサンプルされ、2倍の解像度の復号画像信号125となされる。この2倍の解像度の復号画像信号125は、さらに合成用ローパスフィルタ27においてフィルタリングされて、復号画像信号126が得られる。

【0083】上記復号画像信号126は、最終段で3分の1のダウンサンプラ28で間引き処理される。これにより、3分の2の解像度の復号画像信号127が出力される。

【0084】なお、この第4の具体例において、ウェーブレット逆変換基本構成部35には、前記図6の構成に代えて、図7の構成を使用することも可能である。特に、縮小率が1に近いときには図6の構成からなるウェーブレット逆変換基本構成部35を使用するが、縮小率が1から離れ1/2に近いときには図7の構成を使用することが望ましい。

【0085】次に、本発明実施の形態の第5の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0086】当該第5の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部35の後段に所定の拡大率の合成画像を得るためのアップサンプラ及び合成フィルタを配置しており、アップサンプラでは解像度を縦方向又は横方向で解像度を2倍に上げるようにしている。

【0087】図11には、当該第5の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を2のべき乗に拡大して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図11の構成において、前記図10と同じ構成要素には図10と同一の指示符号を付している。また、図11中の点線にて示す高域側の経路は、通常のウェーブレット復号化装置には設けられることになる経路であるが、本実施の形態のウェ

ープレット復号化装置には設けられない経路を表している。

【0088】この図11に示す第5の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、2倍のアップサンブラ26によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらに合成用ローパスフィルタ27においてフィルタリングされて、2倍の解像度の復号画像信号126が生成される。

【0089】上記復号画像信号126は、さらに2倍のアップサンブラ29によって2倍にアップサンプルされ、4倍の解像度の復号画像信号128となされる。この復号画像信号128は、さらに合成用ローパスフィルタ30においてフィルタリングされて、復号画像信号129が得られる。これにより、4倍の解像度の復号画像信号129が出力される。

【0090】なお、この図11では図示を省略しているが、上記復号画像信号129をさらにアップサンブラ及び合成フィルタに通せば、8倍の解像度の復号画像信号が得られることになり、また、この8倍の解像度の復号画像信号をさらにアップサンブラ及び合成フィルタに通せば、16倍の解像度の復号画像信号が得られることになる。このようにアップサンブラ及び合成フィルタを通す処理を繰り返せば2のべき乗倍に解像度を拡大した復号画像信号が順次得られることになる。合成フィルタは、全て同じ構成からなるものを使うことができ、ハードウェアで実現する場合は例えばパイプライン処理、時分割処理によって構成を簡略化でき、また、ソフトウェアで実現する場合は例えばフィルタ係数の共通化が可能となる。

【0091】この第5の具体例においては、図11に示した通り、低域側にのみアップサンブラ及び合成用ローパスフィルタを配置しているが、例えば図中の点線で示される経路の高域側の信号が何らかの手法で得られる場合には、当該高域側の信号に対してアップサンプルと合成用ハイパスフィルタの処理を施し、得られた信号を、前記低域側の信号と合成することで復号画像信号を生成するようなことも可能である。

【0092】また、当該第5の具体例においては、図11に示した通り、2倍のアップサンブラと合成用ローパスフィルタとを1組としてこれを多段構成としたが、第6の具体例として、例えば図12に示すように、目的とする解像度に一度に上げるためのアップサンブラ(図12の場合では4倍のアップサンブラ41)とそれに対応した合成用ローパスフィルタ42とを配置する構成を取ることでもできる。

【0093】すなわち この図12に示す第6の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、4倍のアップサンブラ41によって4

倍の解像度にアップサンプルされ、この画像信号133はさらに合成用ローパスフィルタ42においてフィルタリングされて、4倍の解像度の復号画像信号134が生成される。

【0094】なお、この第6の具体例のような構成は、当該4倍以外の解像度についても同様に構成できることは言うまでもない。

【0095】また、前記図10の合成用ローパスフィルタ27は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部35の構成要素である合成用ローパスフィルタと同じ特性のフィルタを用いている。他方、ウェーブレット逆変換基本構成部35以降の後段での処理は、解像度を拡大するフィルタリング処理であることに着目すれば、ウェーブレット逆変換基本構成部35内部での合成用ローパスフィルタよりも簡易(例えばタップ長が短い)なフィルタを配置することが可能である。この場合、ハードウェアコスト(H/Wコスト)を削減できるという効果がある。

【0096】次に、本発明実施の形態の第7の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0097】当該第7の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部35の後段にアップサンブラ及び合成フィルタを多段に構成して解像度を拡大した復号画像を生成し、さらに最終段にダウンサンブラを配置してその復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにしている。

【0098】図13には、当該第7の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度をN分の8倍にして復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図13の構成において、前記各図と同じ構成要素には各図と同一の指示符号を付している。また、図12中の点線で示す高域側の経路は、通常のウェーブレット復号化装置には設けられることになる経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置には設けられない経路を表している。

【0099】この図13に示す第7の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、2倍のアップサンブラ26によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらに合成用ローパスフィルタ27においてフィルタリングされて、2倍の解像度の復号画像信号126が生成される。

【0100】上記復号画像信号126は、さらに2倍のアップサンブラ29によって2倍の解像度にアップサンプルされ、4倍の解像度の復号画像信号128となされる。この復号画像信号128は、さらに合成用ローパスフィルタ30においてフィルタリングされて、復号画像信号129が得られる。

【0101】上記復号画像信号129は、さらに2倍のアップサンブラ31によって2倍の解像度にアップサン

ブルされ、8倍の解像度の復号画像信号130となされる。この復号画像信号130は、さらに合成用ローパスフィルタ32においてフィルタリングされて、復号画像信号131が得られる。

【0102】上記復号画像信号131は、最終段でN分の1のダウンサンプラ33で間引き処理される。これにより、N分の8の解像度の復号画像信号132が出力される。

【0103】なお、この第7の具体例では、図13に示される通り、画像の低域側の信号経路にのみ、前記アップサンプラと合成用ローパスフィルタを配置しているが、一方で、図中点線で示される経路の高域側の信号が何らかの手法で得られる場合には、当該高域側の信号をアップサンプル及び合成用ハイパスフィルタに通す処理を行い、得られた高域側の信号を、前記低域側の信号と合成することで復号画像信号を生成することもできる。また、この処理を多段に構成することで所定の拡大画像が幾らでも生成することができる。

【0104】また、図13の各合成用ローパスフィルタは、ウェーブレット逆変換基本構成部35の構成要素である合成用ローパスフィルタと同じ特性のフィルタを用いている。他方、ウェーブレット逆変換基本構成部35以降の後段での処理は解像度を拡大するフィルタリング処理であることに着目すれば、ウェーブレット逆変換基本構成部35内部での合成用ローパスフィルタよりも簡易（例えばタップ長が短い）なフィルタを配置することが可能である。その場合、ハードウェアコストを削減できるという効果がある。

【0105】次に、本発明実施の形態の第8の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0106】当該第8の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0107】図14には、当該第8の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を3分の1倍に縮小して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図14の構成において、前記各図と同じ構成要素には各図と同一の指示符号を付している。

【0108】ここで、当該第8の具体例と前記第2の具体例とでは、共に3分の1の縮小率を例に挙げているが、前述したように、第2の具体例では、2分の1の縮小率 $>$ 3分の1の縮小率 $>$ 4分の1の縮小率であることを利用して、3分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度を生成するH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度を生成するLH信号111の帯域成分を不要としている。

【0109】しかし、図15に示す周波数帯域図で明らかのように、前記第2の具体例の場合は、 $\pi/4$ の帯域しか用いていないため、本来 $\pi/3$ までの帯域を使って復元することが出来なく、 $\pi/3 - \pi/4 = \pi/12$ だけの帯域の損失（図15中の斜線部分）が生じてしまう。これは復号画像のシャープネスの損失として検知される。なお、図15は、前記LLL信号109、LLH信号110、LH信号111、H信号112の帯域分割特性を示したものである。本発明は、デジタル信号を対象としているので、図15において、横軸は0、 2π に近づくほど低域成分、 π に近づくほど高域成分を示していることになる。

【0110】このようなことから、当該第8の具体例では、この問題を克服すべく、 $2/3$ 倍フィルタ部40を設け、損失を発生させない解像度変換を実現するようにしている。

【0111】すなわち、図14に示す第8の具体例のウェーブレット逆変換部4において、前記LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の帯域合成がなされる。ここまでの処理により、レベル3の逆変換が完了する。

【0112】また、加算器13からの信号135とLH信号111は、それぞれアップサンプラ14、16によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ15と合成用ハイパスフィルタ17によりフィルタリングされた後、それら信号114、136が加算器18にて帯域合成される。ここまでの処理により、レベル2の逆変換が完了する。なお、当該加算器18から出力される信号137が持つ周波数帯域は、図15で示す様に $\pi/2$ に相当する。この加算器18から出力された信号137は、 $2/3$ 倍フィルタ部40に送られる。

【0113】当該 $2/3$ 倍フィルタ部40では、先ず、上記信号137をアップサンプラ43によって2倍の解像度にアップサンプルする。このアップサンプラ43にてアップサンプルされた信号138は、さらに3分の2倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ44にてフィルタリングされる。

【0114】このデジタルフィルタ44でのフィルタリングにより得られたフィルタ済み信号139は、その後、ダウンサンプラ45によって3分の1倍の解像度にダウンサンプル（間引き）され、このダウンサンプラ45の出力信号が3分の1倍の解像度に縮小された復号画像信号140として出力される。

【0115】次に、上記デジタルフィルタ44の具体的な構成及び動作について、以下に詳細に説明する。

【0116】ここで、通常、デジタルフィルタは、複

数個のフィルタ係数（インパルス応答）を持っている。これらの係数長をタップ長と言い、このフィルタ係数群で示されるものを伝達関数と呼ぶ。従って、一般にデジタルフィルタの特性を決定するのは、この伝達関数をどの様に決めるかである。しかし、本発明が目的とするデジタルフィルタでは、非整数を含む任意有理数倍の解像度変換を行うため、リングングやチェス歪みといった雑音を発生する可能性がある。そのため、これを解決した形の伝達関数を設定する必要がある。

【0117】上記デジタルフィルタ44の伝達関数を*10

$$G_U(z) = 1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(U-1)} \quad (2)$$

$$G_D(z) = (1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(D-1)}) / D \quad (3)$$

以上により、逆変換後の信号137を、2/3倍フィルタ部40により3分の2倍に解像度変換することができる。

【0121】なお、第8の具体例では、3分の1の解像度変換倍率よりも大きく且つ最も近い倍率として2分の1の解像度で逆変換された画像を元にして、これを3分の2倍に解像度変換するようにしているが、完全な逆変換再構成画像である前記復号画像信号104を元にし、3分の1倍に解像度変換することも可能であることは自明である。ただし、通常は計算処理の省略化の点から言うと、解像度変換される前の逆変換画像は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きく且つ最も解像度変換倍率が近い倍率で逆変換されたものであることが望ましい。

【0122】また、第8の具体例の構成は、冗長性を除去した利点がある。これは、通常U/D倍の解像度変換をする場合、U倍の解像度の画像を一度生成し、これを中間画像としてさらに1/Dに解像度変換して最終的なU/D倍の画像を得るが、その場合、U倍の画像を記憶する広大なメモリが必要となるからである。しかし、当該第8の具体例では、U/D倍の解像度変換倍率に合わせたデジタルフィルタを用意することで、完全に冗長度が省略できている特徴がある。

【0123】次に、本発明実施の形態の第9の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0124】当該第9の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0125】図16には、当該第9の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を5分の1倍に縮小して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図16の構成において、前記各図と同じ構成要素には各図と同一の指示符号を付している。

【0126】ここで、当該第9の具体例と前記第3の具

* G(z)とし、これがアップサンプル用の伝達関数を $G_U(z)$ とダウンサンプル用の伝達関数を $G_D(z)$ とから下記式(1)のように表されたとする。

【0118】

$$G(z) = G_U(z) \times G_D(z) \quad (1)$$

この式(1)の形式にするのは、解像度変換倍率がU/D倍であるとして、 $U < D$ の場合である。

【0119】次に、式(1)の各構成である各伝達関数は下記式(2)、式(3)で与えられる。

【0120】

体例とでは、共に5分の1の縮小率を例に挙げているが、前述したように、第3の具体例では、4分の1の縮小率 $>$ 5分の1の縮小率 $>$ 8分の1の縮小率であることを利用して、5分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度を生成するH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度を生成するLH信号111の帯域成分と、4分の1の解像度を生成するLLH信号110の帯域成分を不要として省略している。

【0127】しかし、図17の周波数帯域図で明らかのように、前記第3の具体例の場合は、 $\pi/8$ の帯域しか用いていないため、本来 $\pi/5$ までの帯域を使って復元することが出来なく、 $\pi/5 - \pi/8 = 3\pi/40$ だけの帯域の損失（図17中の斜線部分）が生じてしまう。これは復号画像のシャープネスの損失として検知される。

【0128】このようなことから、当該第9の具体例では、この問題を克服すべく、4/5倍フィルタ部49を設け、損失を発生させない解像度変換を実現するようにしている。

【0129】すなわち、図16に示す第9の具体例のウェーブレット逆変換部4において、前記LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプル9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の帯域合成がなされる。ここまでの処理により、4分の1の解像度に相当する信号135が生成される。なお、当該加算器13から出力される信号135が持つ周波数帯域は、図17で示す様に $\pi/4$ に相当する。この加算器13から出力された信号135は、4/5倍フィルタ部49に送られる。

【0130】当該4/5倍フィルタ部49では、先ず、上記信号135をアップサンプル46によって4倍の解像度にアップサンプルする。このアップサンプル46にてアップサンプルされた信号141は、さらに5分の4倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ47にてフィルタリングされる。

【0131】このデジタルフィルタ47でのフィルタ

リングにより得られたフィルタ済み信号 142 は、その後、ダウンサンプラ 48 によって 5 分の 1 倍の解像度にダウンサンプル（間引き）され、このダウンサンプラ 48 の出力が 5 分の 4 倍の解像度に縮小された復号画像信号 143 として出力される。

【0132】なお、上記デジタルフィルタ 47 の伝達関数は、前述した式（1）、式（2）、式（3）に従って計算すれば良い。但し、この第 9 の具体例の場合は、 $U=4$ 、 $D=5$ で $U < D$ である。

【0133】次に、本発明実施の形態の第 10 の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0134】当該第 10 の具体例の場合、図 1 に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部 4 は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0135】図 18 には、当該第 10 の具体例として、図 1 のウェーブレット復号化装置において解像度を 3 分の 2 倍に縮小して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部 4 の概略構成を示す。なお、この図 18 の構成において、前記各図と同じ構成要素にはそれぞれ同一の指示符号を付している。

【0136】この図 18 に示す第 10 の具体例のウェーブレット逆変換部 4 において、ウェーブレット逆変換基本構成部 35 から出力された逆変換後の復号画像信号 104 は、前記図 14 の場合と同じ構成の 2/3 倍フィルタ部 40 に送られる。

【0137】当該 2/3 倍フィルタ部 40 では、上記ウェーブレット逆変換基本構成部 35 にて最後まで逆変換再構成された復号画像信号 104 をアップサンプラ 43 によって 2 倍の解像度にアップサンプルし、そのアップサンプル信号 144 をさらに 3 分の 2 倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ 44 にてフィルタリングする。その後、このデジタルフィルタ 44 からのフィルタ済み信号 145 は、ダウンサンプラ 45 によって 3 分の 1 倍の解像度にダウンサンプル（間引き）され、3 分の 2 倍の解像度に縮小された復号画像信号 146 として出力される。

【0138】次に、本発明実施の形態の第 11 の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

$$G_U(z) = 1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(U-1)} \quad (5)$$

$$G_U(z^{-1}) = 1 + z + z^2 + z^3 + \dots + z^{(U-1)} \quad (6)$$

式（4）の結果は結局、直線補間を意味している。なぜならば、例えば $U=2$ の場合には、

$$G(z) = (1+z)(1+z^{-1})/2 = (z+2+z^{-1})/2$$

となり、これはフィルタの次数が 3 次で、係数が $(1/2, 1, 1/2)$ であるから明らかに直線補間であることを示している。 U が 2 以外でも同様の結果になること

* 【0139】当該第 11 の具体例の場合、図 1 に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部 4 は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0140】図 19 には、当該第 11 の具体例として、図 1 のウェーブレット復号化装置において解像度を 3 分の 5 倍に拡大して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部 4 の概略構成を示す。なお、この図 19 の構成において、前記各図と同じ構成要素にはそれぞれ同一の指示符号を付している。

【0141】この図 19 に示す第 11 の具体例のウェーブレット逆変換部 4 において、ウェーブレット逆変換基本構成部 35 から出力された逆変換後の復号画像信号 104 は、5/3 倍フィルタ部 50 に送られる。

【0142】当該 5/3 倍フィルタ部 50 では、上記ウェーブレット逆変換基本構成部 35 にて最後まで逆変換再構成された復号画像信号 104 をアップサンプラ 52 によって 5 倍の解像度にアップサンプルし、そのアップサンプル信号 147 をさらに 3 分の 5 倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ 53 にてフィルタリングする。その後、このデジタルフィルタ 53 からのフィルタ済み信号 148 は、ダウンサンプラ 54 によって 3 分の 1 倍の解像度にダウンサンプル（間引き）される。これにより、3 分の 5 倍の解像度に拡大された復号画像信号 149 が生成されることになる。

【0143】ここで、当該第 11 の具体例にて使用するデジタルフィルタ 53 の伝達関数について説明する。

【0144】この第 11 の具体例の場合、 $U > D$ であるので、デジタルフィルタ 53 の伝達関数としては、前記第 8 の具体例で述べた式（2）、式（3）の伝達関数を用いることはできない。従って、当該第 11 の具体例では、例えば下記の式（4）の構成を取るようにしている。これは、画素繰り返し（零次ホールドとも呼ぶ）の伝達関数の乗算で表されることを意味している。

【0145】

$$G(z) = G_U(z) \times G_U(z^{-1}) / U \quad (4)$$

但し、 $G_U(z)$ は以下の式（5）、式（6）で表される。

【0146】

は自明である。

【0147】上述したように、本発明実施の形態においては、復号化器（デコーダ）でウェーブレット逆変換を行う過程において生成される帯域分割された画像を、任意有理数の解像度でデコードすることが可能である。言い換えると、本実施の形態によれば、従来は 2 のべき乗でしか実現されていなかった解像度変換を伴うウェーブ

レット復号化を実現することが可能である。したがって、端末側の制約条件に左右されることが無く、その結果として当該任意有理数の解像度変換された画像を例えば電子スチルカメラやプリンタ等に記憶・表示でき、各種の製品への使用用途を大幅に広げることが可能である。

【0148】ここで、例えば縮小の場合には、縮小率で与えられる以下の高域成分を復号化のプロセスから省略することにより、計算量を削減することが可能である。従って、ハードウェア化した際のコスト減につながる。

さらに、高域のシャットアウトによりエリアシングの発生を防止することができるので、高画質な復号画像を得ることもできるという効果がある。

【0149】一方、拡大の場合には、ウェーブレット逆変換基本構成部を設け、その後段に所定の解像度変換率に応じて、アップサンブラ及び合成用ローパスフィルタ及びダウンサンブラを配置することで解像度変換を伴うウェーブレット復号化を実現することができる。また、該ウェーブレット逆変換基本構成部よりも簡易な合成用ローパスフィルタを配置することで、復号画像の画質を維持しながら、計算コスト並びにハードウェアコストを削減する効果もある。

【0150】また、本発明の全ての実施の形態に共通している事項として、ウェーブレット符号化装置側には一切制約条件が無いことである。従って、通常の最も一般的なウェーブレット変換及びウェーブレット符号化装置で生成された符号化ビットストリームを入力して、任意有理数の解像度変換を伴うウェーブレット復号画像を得ることができるという効果もある。

【0151】また、本実施の形態によれば、目的とする解像度よりも大きい所定のレベル数までのウェーブレット逆変換を行って復号された画像を元に、これにアップサンブラ、デジタルフィルタ、ダウンサンブラの各構成部位による処理を加えて、所定の解像度変換画像を生成するので、冗長度が省略されているため、ハードウェア規模または計算量が削減できるという効果がある。

【0152】

【発明の効果】本発明のウェーブレット復号化装置及び方法においては、ウェーブレット逆変換の際に、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプリング、ダウンサンプリング、合成フィルタリングを適応的に行うようにしたこと、また、ウェーブレット逆変換の後段で所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプリング及び合成フィルタリングを行うようにしたこと、また、ウェーブレット逆変換の際に、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタリング、ダウンサンプリング、アップサンプリングのいずれかまたは複数の組み合わせによって解像度変換するようにしたことにより、変換方式にウェーブレット変換を用いて圧縮符号化がなされた画像

信号を、端末側の制約条件に左右されることが無く、任意有理数の解像度でデコード（復号化）可能とし、その結果として、例えば電子スチルカメラやプリンタ等で多用されるいわゆるサムネイル画像や原画像を解像度変換した画像（縮小又は拡大した画像）の記憶・表示を効率的に行えるようにし、各種の製品への使用用途を大幅に広げることが可能となっている。

【0153】すなわち本発明によれば、必要に応じて画像メモリ内に記憶された帯域画像をサムネイル画像または縮小画像として画面表示できるので、帯域分割画像を生成する過程と符号化を行う過程とを共通化することで、処理の効率化が実現できるという効果がある。従って、特別に、サムネイル画像等を生成する回路が必要無いので、ハードウェア規模の削減という効果もある。さらに、例えば外部記憶媒体を本発明装置に付加して、これに符号化ビットストリームを記憶・保持させることにより、多くの画像の符号化ビットストリームを該外部記憶媒体に記憶・保持させることができる。また、常にサムネイル画像または縮小画像を画像メモリに記憶・保持させておく必要がないので、見たいサムネイル画像または縮小画像の符号化ビットストリームを、外部記憶媒体から随時読み出して、復号化して画面表示すれば良いので、使用効率が向上する効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置の全体構成を示すブロック回路図である。

【図2】本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置に対応するウェーブレット符号化装置の全体構成を示すブロック回路図である。

【図3】通常のウェーブレット変換部の基本構成（レベル3まで）を示すブロック回路図である。

【図4】2次元画像の帯域分割（分割レベル＝2）を示す図である。

【図5】実際の画像に対して帯域分割（分割レベル＝2）した場合の各帯域画像を示す図である。

【図6】通常のウェーブレット逆変換部の基本構成（レベル3まで）を示すブロック回路図である。

【図7】第1の具体例として、2のべき乗分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図8】第2の具体例として、3分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図9】第3の具体例として、5分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図10】第4の具体例として、3分の2倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図11】第5の具体例として、2のべき乗倍の解像度

変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図12】第6の具体例として、4倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成例を示すブロック回路図である。

【図13】第7の具体例として、N分の8倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図14】第8の具体例として、3分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図15】第2の具体例の場合の周波数帯域を示す図である。

【図16】第9の具体例として、5分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図17】第3の具体例の場合の周波数帯域を示す図である。

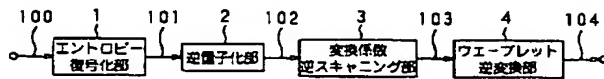
【図18】第10の具体例として、3分の2倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図19】第11の具体例として、3分の5倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

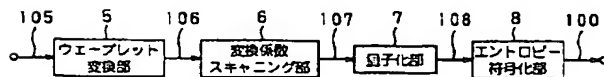
【符号の説明】

1 エントロピー復号化部、 2 逆量子化部、 3 変換係数逆スキャニング部、 4 ウェーブレット逆変換部、 5 ウェーブレット変換部、 6 変換係数スキャニング部、 7 量子化部、 8 エントロピー符号化部、 9, 11, 14, 16, 19, 21, 26, 29, 31, 43 2倍のアップサンプラ、 10, 15, 20, 27, 30, 32, 42 合成用ローパスフィルタ、 12, 17, 22 合成用ハイパスフィルタ、 13, 18, 23 加算器、 81, 85, 89 分析用ローパスフィルタ、 82, 86, 90 分析用ハイパスフィルタ、 35 ウェーブレット逆変換基本構成部、 83, 84, 87, 88, 91, 92 2分の1倍のダウンサンプラ、 24, 28, 45, 54 3分の1倍のダウンサンプラ、 25, 48 5分の1倍のダウンサンプラ、 33 N分の1倍のダウンサンプラ、 41, 46 4倍のアップサンプラ、 40 2/3倍フィルタ部、 44 2/3倍の解像度変換に合わせたデジタルフィルタ、 49 4/5倍フィルタ部、 47 4/5倍の解像度変換に合わせたデジタルフィルタ、 50 5/3倍フィルタ部、 53 5/3倍の解像度変換に合わせたデジタルフィルタ、 52 5倍のアップサンプラ

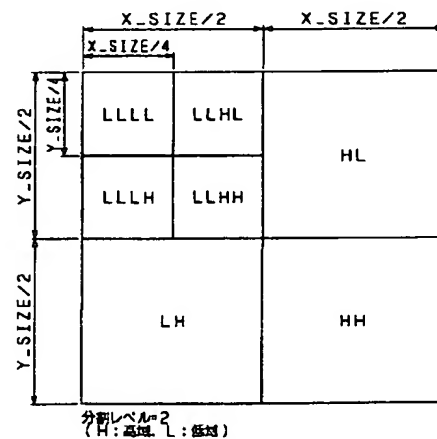
【図1】



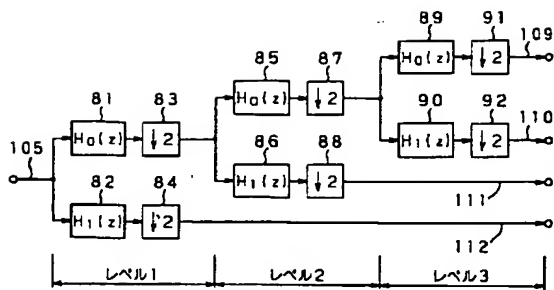
【図2】



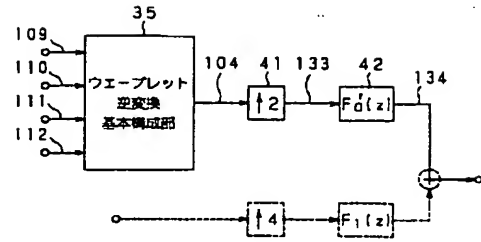
【図4】



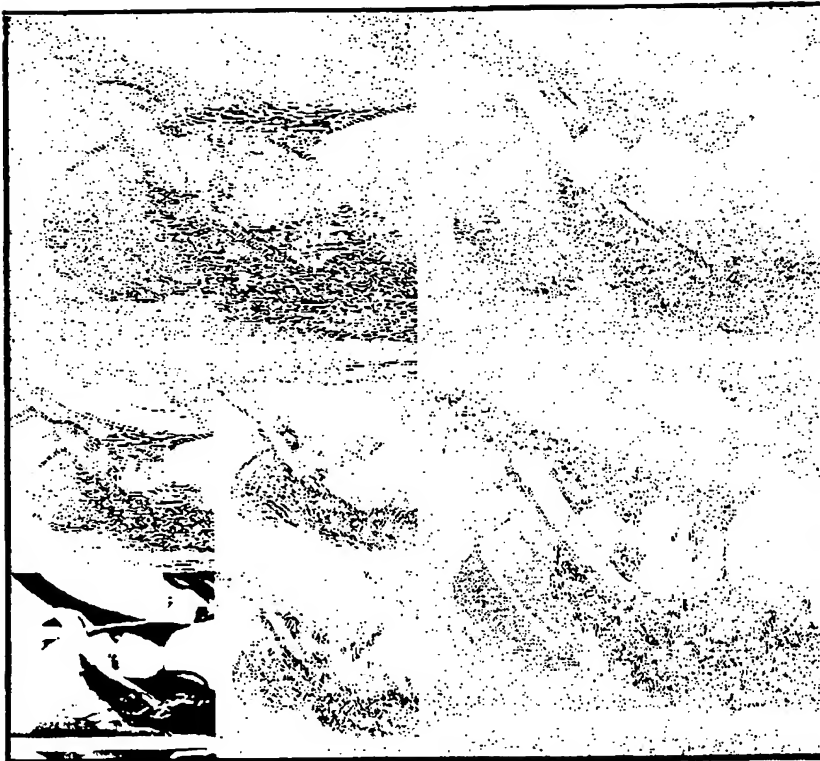
【図3】



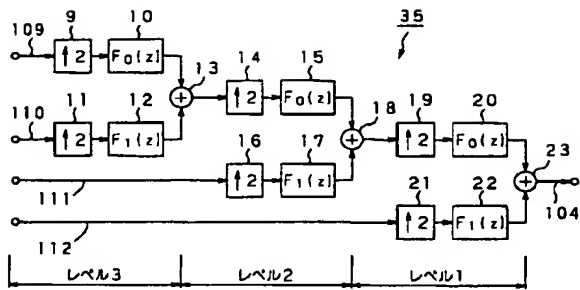
【図12】



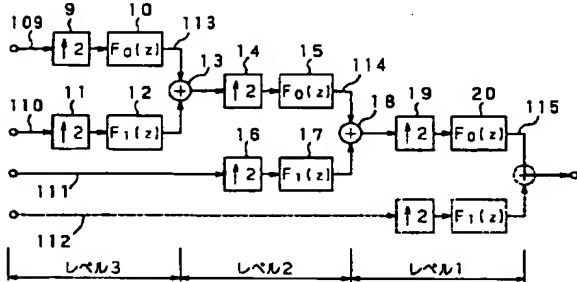
【図5】



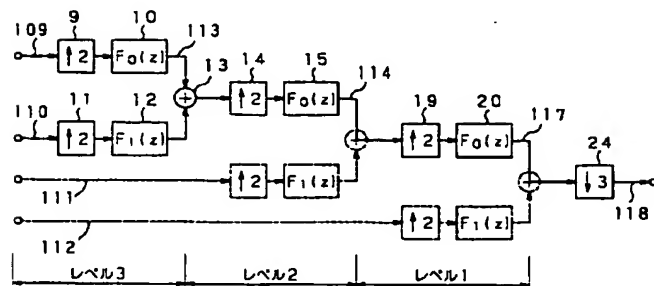
【図6】



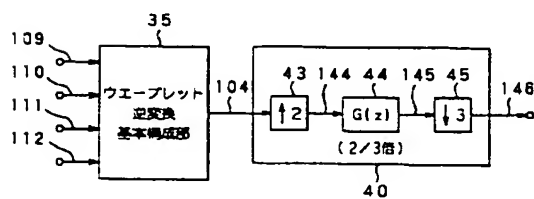
【図7】



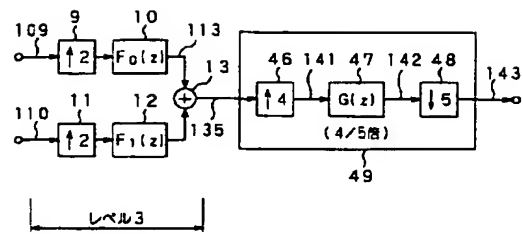
【図8】



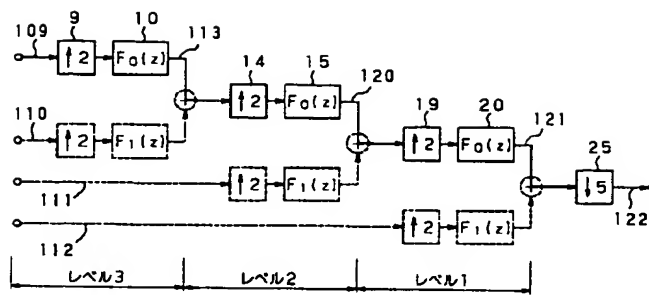
【図18】



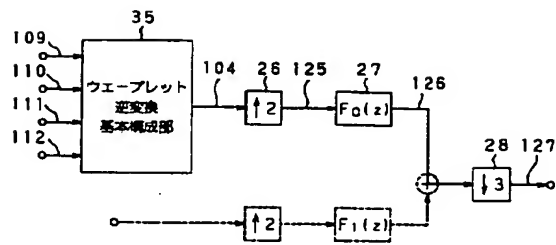
【図16】



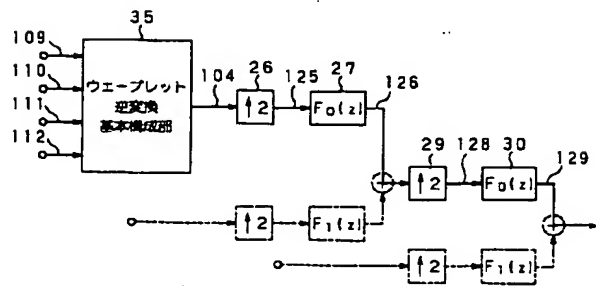
【図9】



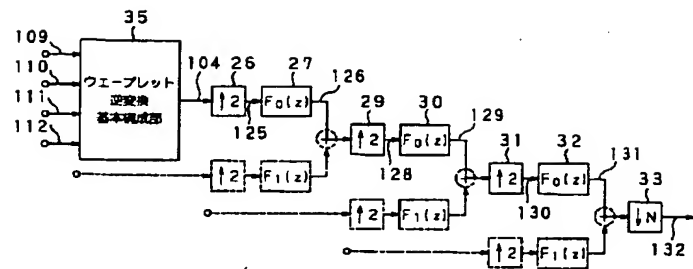
【図10】



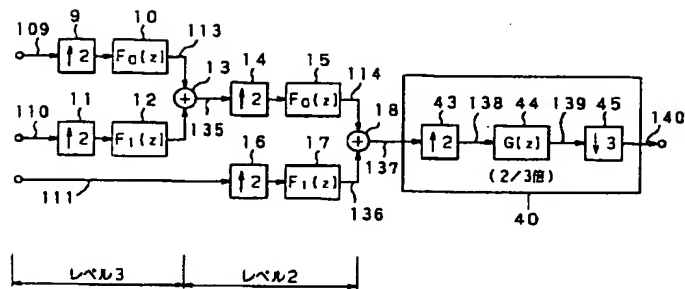
【図11】



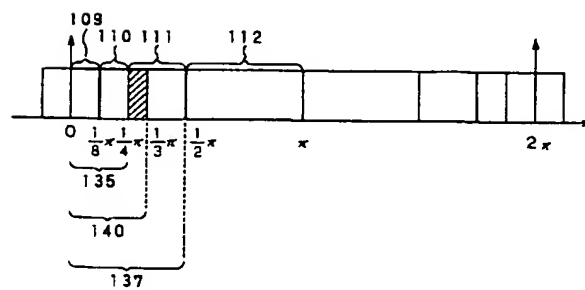
【図13】



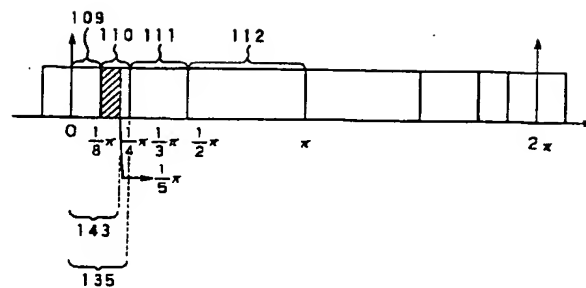
【図14】



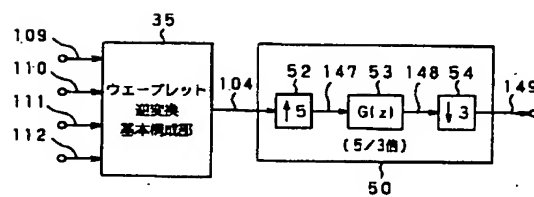
【図15】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 福原 隆浩
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 木村 青司
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 貴家 仁志
東京都八王子市南大沢1-1 東京都立大
学工学部電子情報工学科内

Fターム(参考) 5C059 KK03 KK41 LB05 LB11 MA24
MC01 MC14 MC22 ME02 ME11
SS06 SS11 UA02 UA05 UA12
UA14
5C078 BA53 CA14 DA00 DA02 DB04
DB05
5J064 AA02 BA09 BA16 BC12 BC15
BC16 BD02 BD03